

УДК 621.175.845-734 + 621.175.845-776.6

В.Л. ШВЕЦОВ, А.Н. УСС, В.М. ЧЕРНЕНКО, Г.И. БРИТИКОВА

*Открытое акционерное общество «Турбоатом»
г. Харьков, e-mail: office@turboatom.com.ua*

ОСНАЩЕНИЕ КОНДЕНСАТОРОВ ПАРОВЫХ ТУРБИН СИСТЕМАМИ ШАРИКООЧИСТКИ ОХЛАЖДАЮЩИХ ТРУБ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ

Представлено матеріали по оснащени конденсаторів парових турбін системами кулькоочистки охолоджуючих труб та додаткової очистки охолоджуючої води.

Materials by fitting out of steam-turbine condenser by systems of ball cleaning cooling tubes and afterpurification cooling water are present.

Загрязнение конденсаторов паровых турбин с водяной стороны являются наиболее частой причиной ухудшения расчетного давления пара в конденсаторе (вакуума). при этом ухудшение вакуума происходит вследствие увеличения термического сопротивления за счет загрязнения охлаждающих труб.

Важнейшей задачей является предотвращение загрязнения конденсаторов и, в случае его возникновения – определение способа очистки конденсаторов с минимальными затратами труда и средств, без ограничения нагрузки. Интенсивность загрязнения конденсаторов зависит, в основном, от качества охлаждающей воды, типа водоснабжения, времени года и условий эксплуатации. Поэтому для улучшения надежности, работоспособности и продления срока службы конденсаторов применяется система шарикоочистки внутренних поверхностей охлаждающих труб и фильтры дополнительной очистки охлаждающей (циркуляционной) воды.

По своему характеру загрязнения могут быть разбиты на три группы:

- а) механические;
- б) минеральные;
- в) биологические.

Обычно все эти типы загрязнений не встречаются в «чистой» воде, а загрязнение конденсатора носит комбинированный характер. Однако такое разделение видов загрязнений полезно с точки зрения определение способов их предупреждения и ликвидации, поскольку эти вопросы для каждого вида загрязнений весьма специфичны. При этом следует учитывать, что, несмотря на комбинированный характер загрязнения конденсатора, какой-то вид загрязнений из перечисленных выше имеет преобладающее значение.

а) Механические загрязнения.

Под механическими загрязнениями понимается засорение охлаждающих труб и трубных досок травой, землей, песком, водорослями, ракушками, рыбой, полиэтиленовой пленкой и т.д. Эти загрязнения носят явно выраженный сезонный характер и особенно усиливаются весной и осенью.

Механические загрязнения особенно опасны тем, что в отличие от остальных видов загрязнений, нарастающих постепенно, имеют возможность весьма быстро перекрыть «живое» сечение трубной доски и почти полностью перекрыть доступ

охлаждающей воды в охлаждающие трубы конденсатора, вызвав тем самым аварийный останов турбины.

Наиболее простым способом очистки труб и трубных досок от механических загрязнений является вскрытие люков водяных камер и очистка конденсатора от загрязнений мягкими ершами и брендсбойтом. Это позволяет производить очистку конденсатора на ходу турбины по половинам при сниженной до 50 ... 60% нагрузке.

Современные методы очистки конденсаторов предусматривают отказ от ручного труда. С этой точки зрения определенный эффект даст промывка конденсаторов обратным током воды. Промывка обратным током воды особенно эффективна при загрязнении трубных досок.

б) Минеральные (солевые) загрязнения.

Под солевыми загрязнениями конденсатора понимаются отложения на внутренней поверхности конденсаторных трубок накипи, создающей большое термическое сопротивление теплопередачи. Выпадение накипи происходит при охлаждении конденсаторов минерализованной водой, содержащей соли временной жесткости. Часть этих солей, находится в воде в растворенном состоянии, в определенных условиях распадается с образованием накипи на внутренних поверхностях стенок труб и водяных камер конденсаторов.

в) Биологические загрязнения.

Биологические загрязнения представляют собой отложения на внутренних поверхностях труб конденсатора живых простейших микроорганизмов и водорослей, называемых биологическими обрастаниями. Наиболее эффективным способом борьбы с ними является хлорирование циркуляционной воды.

Особым преимуществом химической очистки труб от биологических отложений является то, что этот метод не требует ограничения нагрузки турбоагрегата и может производиться на ходу турбины.

Этим же свойством обладает и широко применяющаяся в последнее время у нас и за рубежом способ механической непрерывной очистки внутренних поверхностей труб резиновыми (из пористой резины) шариками. Идея этого метода заключается в том, чтобы обеспечить непрерывную циркуляцию шариков, которые, касаясь внутренних стенок конденсаторных труб или продавливаясь напором входящей воды через трубки, счищали бы приставшие к поверхности загрязнения.

Принципиальная схема системы шарикоочистки (СШО) и дополнительной очистки охлаждающейся (циркуляционной) воды конструкции ОАО «Турбоатом» представлена на рис. 1.

Очистительные шарики из пористой резины загружаются в камеру загрузочную (7, 8). Загрузка осуществляется порциями при открытии задвижек (17, 18, 21, 22 и 19, 20, 23, 24), порция шариков загружается в камеру загрузочную через люк, который затем закрывается. Количество загружаемых шариков 8 ... 10% от числа охлаждающих труб в конденсаторе. Заслонка загрузочного устройства при этом находится в положении "открыто". После загрузки шариков в систему открываются задвижки (21, 22, 17 и 23, 24, 19). Первоначально загруженными через загрузочную камеру, шарики насосом вводятся в напорную линию конденсатора.

Увлекаемые потоком циркуляционной воды, шарики проходят по охлаждающим трубам конденсатора, очищая их от отложений и попадают, в сливные циркуляционные конденсатора. В сливных трубопроводах устанавливаются шарикоулавливающие устройства (ШУУ), представляющие собой усеченные конусные сетки с поворотными концевыми частями и предназначение для улавливания шариков в сливном

циркуляционном. ШУУ обеспечивает отбор шариков из сливного циркуляционного, обеспечивает их круговорот в СШО, создает минимально возможный перепад давления воды в сливной магистрали, исключает потерю, повреждение или удержание шариков в сливной магистрали и обеспечивает механизацию периодической очистки его улавливающих элементов при оседании на них посторонних включений. Улавливающие шарики в ШУУ направляются во всасывающую магистраль струйного насоса.

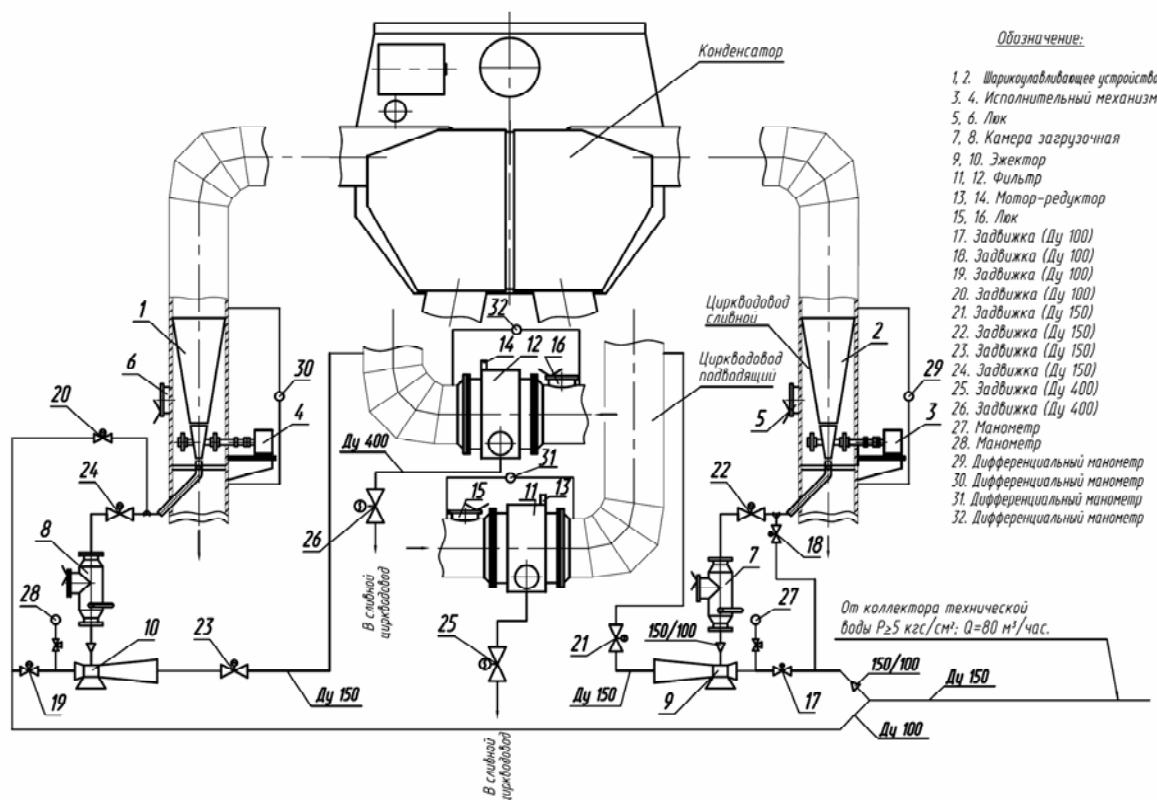


Рис. 1.

Для работы установки применяются шарики с диаметром равным наружному диаметру охлаждающих труб и удельным весом от 240 до 520 кг/м³. В потоке циркуляционной воды они находятся во взвешенном состоянии, что обеспечивает довольно равномерное их распределение по охлаждающим трубам. Для наблюдения за циркуляцией шариков имеется специальный иллюминатор в загрузочной камере. При такой загрузке каждая охлаждающая труба будет очищаться примерно один раз в минуту. Работу установки можно считать удовлетворительной, если через иллюминатор наблюдается циркуляция не менее двух шариков в секунду. Шарики, которые изнашиваются по наружному диаметру, заменяются новыми.

Для обеспечения эффективной работы установки, охлаждающие трубы конденсаторов предварительно должны быть тщательно очищены от всех видов загрязнений. Поскольку подача шариков в сильно загрязненный конденсатор может вызвать закупорку трубок шариками. Это же явление может возникнуть при заметных отклонениях в сторону уменьшения внутренних диаметров конденсаторных труб. Например, в конденсаторных трубах с утолщенными стенками сортамента $\text{Ø}28 \times 2$, расположенных по периферии трубного пучка со стороны входа пара устанавливаются

специальные пружинные скобки, препятствующие попаданию в них очистительных шариков.

Промывка шарикоулавливающего устройства (ШУУ) производится при прекращении циркуляции очистительных шариков в системе, или его загрязнении, о чем свидетельствует повышение перепада давления перед ШУУ и за ним.

Промывка ШУУ осуществляется следующим образом: очистительные шарики удаляются из системы, струйный насос отключается, задвижки (17, 22, 21 и 19, 24, 23) закрыты. Включается поворотный механизм ШУУ и нижняя часть последнего поворачивается на 180°. В этом положении поворотной части конуса осуществляется его очистка (промывка). Длительность промывки порядка одной минуты. Затем поворотная часть ШУУ устанавливается в исходное положение и система шарикоочистки включается в работу.

Перепад давления охлаждающей воды до фильтра и за ним, а так же перепад давлений в месте установки ШУУ измеряется и контролируется дистанционным измерителем разности давлений (например «САФИР»). Показания приборов могут быть выведены как на центральный щит управления, так и на местный.

Наличие очистительных шариков в системе контролируется визуально через смотровое стекло, расположенное на люке загрузочной камеры.

Фильтр дополнительной очистки охлаждающей воды (ФДО)

Фильтр дополнительной очистки охлаждающей (ФДО) воды предназначен для дополнительной очистки охлаждающей воды, поступающей через напорный циркуляционный трубопровод в конденсатор от твердых и пластичных посторонних включений, органических включений (водорослей и др.).

Фильтр дополнительной очистки охлаждающей воды размещается на каждом из подводных циркуляционных трубопроводов конденсационного устройства и работает следующим образом: поток охлаждающей воды, содержащий различные механические загрязнения, поступает из циркуляционного трубопровода в проточную часть фильтра и на его фильтрующую поверхность. При загрязнении фильтрующей поверхности, о чем свидетельствует увеличение перепада давлений до фильтра и за ним, автоматически включается режим обратной промывки, т.е. отмытки собственно фильтрующей поверхности от загрязнений по секциям.

Фильтр (рис. 2) представляет собой цилиндрический корпус (1), с размещенной внутри фильтрующей поверхностью (2) разделенной ребрами – перегородками (3) на секторы. Внутри корпуса установлена вращающаяся обечайка (4), имеющая общую ось вращения (5) с закрепленной на ней заслонкой (6) обратной промывки. Заслонка (6) связана с трубопроводом (7), выполненным в виде кольцевого коллектора прямоугольного сечения, расположенного вне проточной части фильтра. Роль внутренней стенки коллектора выполняет вращающаяся обечайка (4), прилегающая к корпусу и имеющая отверстие (8) прямоугольного сечения, расположенного напротив заслонки (6). Фильтр снабжен приводной зубчатой передачей (9), приводимой во вращение приводом (10), который установлен вне проточной части фильтра на внешней части корпуса (1). Для улучшения удаления загрязнений из трубопровода – коллектора (7) на внешней стороне вращающейся обечайки (4) установлен скребок (11). На ребрах – перегородках (3) в местах, прикасающихся с заслонкой (6) закреплен уплотнительный резиновый жгут (12). Для вывода загрязнений предусмотрен патрубок (13) установленный на кольцевом коллекторе (7).

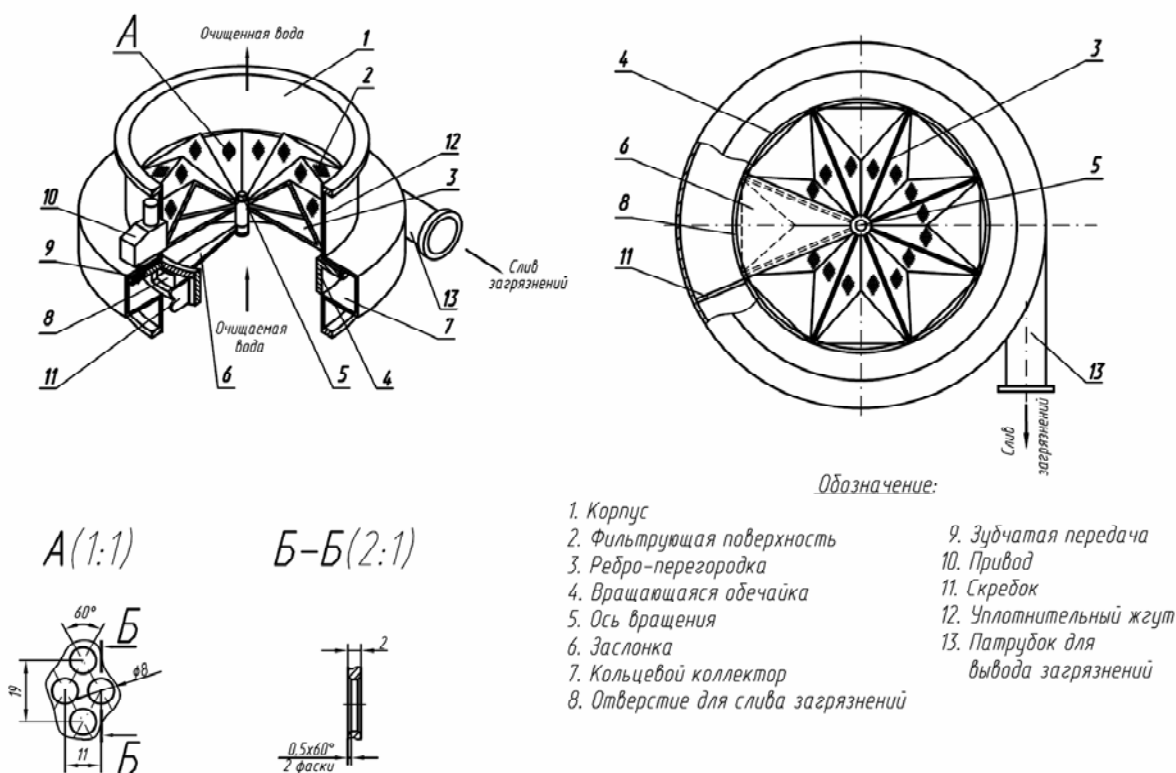


Рис. 2.

Фильтр работает следующим образом: поток охлаждающей воды, содержащей механические включения (листья, ракушки, водоросли и др.), поступает из циркуловвода в проточную часть фильтра и на фильтрующую поверхность (2). При загрязнении фильтрующей поверхности, о чем свидетельствует увеличение перепада давлений до фильтра и за ним, автоматически включается режим обратной промывки, т.е. отмытки собственно фильтрующей поверхности от загрязнений. Этот режим осуществляется посредством вращения обечайки (4) вместе с закрепленной на ней заслонкой (6) вокруг общей центральной оси (5). В момент, когда заслонка (6) находится в положении перекрытия входа очищаемой воды в один из секторов фильтра, происходит очистка фильтрующей поверхности данного сектора обратным потоком воды, который уносит загрязнения с частью воды через отверстие (8) в обечайке (4) в трубопровод – коллектор (7), а затем через патрубок (13) в сливной циркуловвод конденсатора.

Обратный поток воды возникает вследствие падения давления в очищаемом секторе, которое определяется разницей давлений в напорном циркуловводе, где установлен фильтр и в сливном циркуловводе, куда сливаются загрязнения с частью воды и согласуется, как правило, с гидравлическим сопротивлением конденсата.

Использование рассмотренных систем очистки позволяет увеличить коэффициент чистоты охлаждающих труб от 0,85 до 0,95, что приведет к росту коэффициента теплопередачи от пара к стенке трубки.